

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-259695

(P2000-259695A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 6 F 17/50		G 0 6 F 15/60	6 5 8 V 5 B 0 4 6
H 0 1 L 21/82			6 5 8 K 5 F 0 3 3
21/3205		H 0 1 L 21/82	C 5 F 0 6 4
		21/88	Z

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-62396

(22) 出願日 平成11年3月9日 (1999.3.9)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 油井 信康

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100099830

弁理士 西村 征生

Fターム (参考) 5B046 AA08 BA06

5F033 UU01 VV03 VV04 VV05 XX23

XX34

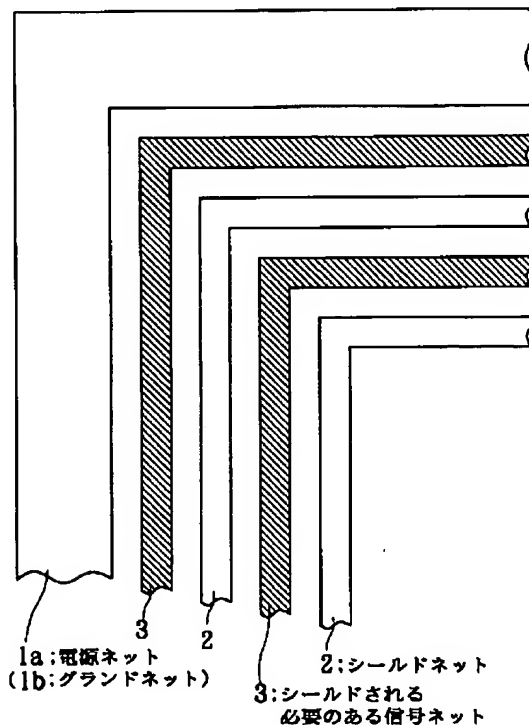
5F064 EE02 EE23 EE46

(54) 【発明の名称】 半導体装置、自動配線方法及び自動配線装置並びに自動配線プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 無駄なシールド配線をなくし、集積度の向上 (チップの小型化) を図れるようにする。

【解決手段】 開示される発明は、信号ネット3及びそのシールドネット2を自動配線する方法に係り、シールドされる必要のある信号ネット3の配線経路を探索する際、既配線の電源ネット1a、グランドネット1b又は既配線のシールドネット2 (以下、既配線の電源ネット等1a、1b、2という) が存在するときは、まず、探索対象の信号ネット3が、既配線の電源ネット等1a、1b、2に所定のクリアランスを確保した状態で隣接する状態となるように、配線経路の探索を行い、隣接経路探索に成功したら、既配線の電源ネット等1a、1b、2を、信号ネット3をシールドするためのシールドネットとして利用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シールドされる必要のある信号ネット及び前記信号ネットをシールドするためのシールドネットを備える半導体装置であって、互いに近接して沿う任意の2つの前記信号ネットの間に、これら2つの信号ネットを共にシールドするための共有シールドネットが介挿配線されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索し、当該信号ネットの配線経路が決定した

ら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線する自動配線方法であって、

シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット又はグラウンドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する態様となるように、配線経路の探索を行い、既配線の前記電源ネット又はグラウンドネットとの隣接配線に成功したときは、既配線の前記電源ネット又はグラウンドネットを、当該信号ネットをシールドするための前記シールドネットとして利用することを特徴とする自動配線方法。

【請求項3】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットが存在するときは、

まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する態様となるように、配線経路の探索を行い、

既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットとの隣接配線に成功したときは、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットを、当該信号ネットをシールドするための前記シールドネットとして利用することを特徴とする請求項2記載の自動配線方法。

【請求項4】 既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットの近傍の配線格子が、探索対象の信号ネットが通過できる通過許可格子なら、前記既配線のネットの近傍の前記配線格子のコストを、他の配線格子のコストよりも低く設定して、当該シールドされる必要のある信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴とする請求項2又は3記載の自動配線方法。

【請求項5】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、

まず、探索対象の当該信号ネットが、既配線の前記電源

ネット、グラウンドネット及び／又は前記シールドネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットと既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットとの間のクリアランスを考慮して決定すると共に、

探索対象の当該信号ネットが、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の前記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットとシールドされる必要のある当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを考慮して決定し、

この後、探索対象の当該信号ネットが通過できないと決定された通過禁止格子以外の配線格子について、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットの近傍の配線格子のコストを低く、他の配線格子のコストを高く設定して、当該信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴とする請求項4記載の自動配線方法。

20 【請求項6】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、

既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は前記シールドネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットと既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットとの間のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱い、

既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の前記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットと配線しようとする当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱うことを特徴とする請求項5記載の自動配線方法。

【請求項7】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を決定した後、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットが存在するときは、当該信号ネットの片側又は両側に対しては、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットの配線を行わずに、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットを当該信号ネットをシールドするためのシールドネットとして利用する一方、

当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットが存在しないとき

は、当該信号ネットの片側又は両側の配線格子が、当該信号ネットに対して前記通過禁止格子となっている場合でも、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットを配線することを特徴とする請求項6記載の自動配線方法。

【請求項8】 シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索し、当該信号ネットの配線経路が決定したら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線する自動配線装置であって、

シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット又はグラウンドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する態様となるように、配線経路の探索を行う信号ネット配線手段と、

該信号ネット配線手段が、当該信号ネットの配線経路を決定したら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線するシールドネット配線手段と、

前記信号ネット配線手段が、当該信号ネットを、既配線の前記電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接して配線することに成功したときは、前記シールドネット配線手段を制御して、当該信号ネットをシールドするために配線すべきシールドネットのうち、既配線の前記電源ネット又はグラウンドネットが存在する側のシールドネットの配線処理を省略させるシールド配線制御手段とを備えてなることを特徴とする自動配線装置。

【請求項9】 前記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する態様となるように、配線経路の探索を行い、

かつ、前記シールド配線制御手段は、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットとの隣接配線に成功したときは、前記シールドネット配線手段を制御して、当該信号ネットをシールドするために配線すべきシールドネットのうち、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットが存在する側のシールドネットの配線処理を省略させることを特徴とする請求項8記載の自動配線装置。

【請求項10】 既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットの近傍の配

線格子が、探索対象の信号ネットが通過できる通過許可格子なら、前記信号ネット配線手段は、前記既配線のネットの近傍の前記配線格子のコストを他の配線格子のコストよりも低く設定して、シールドされる必要のある前記信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴とする請求項8又は9記載の自動配線装置。

【請求項11】 前記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、

10 まず、探索対象の当該信号ネットが、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は前記シールドネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットと既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットとの間のクリアランスを考慮して決定すると共に、

探索対象の当該信号ネットが、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の前記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットとシールドされる必要のある当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを考慮して決定し、

この後、探索対象の当該信号ネットが通過できないと決定された通過禁止格子以外の配線格子について、既配線の前記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の前記シールドネットの近傍の配線格子のコストを低く、他の配線格子のコストを高く設定して、当該信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴とする請求項10記載の自動配線装置。

30 【請求項12】 前記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、

既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は前記シールドネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットと既配線の前記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の前記シールドネットとの間のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱い、

40 既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の前記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットと配線しようとする当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱うことを特徴とする請求項11記載の自動配線装置。

【請求項13】 前記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を決定した後、

当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の電源ネット、グランドネット又は既配線の前記シールドネットが存在するときは、当該信号ネットの片側又は両側に対しては、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットの配線を行わずに、既配線の前記電源ネット、グランドネット又は既配線の前記シールドネットを当該信号ネットをシールドするためのシールドネットとして利用する一方、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の前記電源ネット、グランドネット又は既配線の前記シールドネットが存在しないときは、当該信号ネットの片側又は両側の配線格子が、当該信号ネットに対して前記通過禁止格子となっている場合でも、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットを配線することを特徴とする請求項12記載の自動配線装置。

【請求項14】 コンピュータに請求項1乃至13のいずれか1に記載の機能を実現させるための自動配線プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、信号ネットをシールドするためのシールドネットを備える半導体装置、半導体チップやプリント基板上に信号ネット及びシールドネットを自動配線するための自動配線方法及び自動配線装置並びに自動配線プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】LSIプロセスの微細化・高密度化に伴い、隣接信号ネット間のカップリング容量が増大し、この結果、クロストークが回路の信頼性に与える影響を無視できない状況となってきた。この種のクロストークを防止するために、従来から、周波数の高い信号が通るクロックネット等、他の信号ネットへ干渉する信号ネットや、他の信号ネットからの干渉を防ぐ必要のある信号ネットに対しては、これら各信号ネットの両側にグランドネットや電源ネットを配線してシールドすることが行われている。しかしながら、従来では、クロックネット等、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路は、コンピュータ（自動配線装置）が決定するが、グランドネットや電源ネット等のシールドネットの配線経路は、人が決定していたため、煩雑であり、誤配線も多く、シールド配線完了までに長時間を要する、という欠点があった。

【0003】そこで、この不都合を解消する手段として、特開平5-12383号公報や特開平10-214899号公報等に記載のシールド配線経路自動探索方式が提供されている。これら公報記載の自動経路探索方式では、次のような手順で配線処理が行われる。図14に

示すように、まず、ステップSP1で、ライブラリに準備されているNANDゲート、ORゲート、フリップフロップ等のプリミティブブロック（論理機能単位）及びプリミティブブロックを用いて設計された乗算器等のマクロブロックを半導体チップの内部に設定された内部領域に配置した後、ステップSP2で、クロックネット等、シールドされる必要のあるネットを抽出し、ステップSP3で、シールドされる必要のあるネットの配線幅と、該ネットをシールドするネットの配線幅と、シールドされる必要のあるネットとシールドするネットとの間のクリアランスとを和して、仮想的な配線幅を求める。ステップSP5では、最小コスト経路探索法に従って、ステップSP3で求められた仮想的な配線幅で、仮想的な配線経路を探索する。仮想的な配線経路が決定すると、ステップSP6で、仮想的な配線経路を、シールドされる必要のあるネットとシールドするネットとに展開して実際の配線経路を得る。上述の仮想配線処理及び仮想配線の展開処理は、シールドされる必要のある全てのネットの配線処理が完了するまで行われる（ステップSP4～SP6）。シールドされる必要のある全てのネットの配線処理が完了したら（ステップSP4）、シールドする必要のない残りのネットの配線処理に移る（ステップSP7）。このように、上記公報記載の構成によれば、シールドするネットも自動配線されるので、煩雑でなく、配線処理時間の短縮化・工数の削減化を図ることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報記載の従来技術にあっては、上述したように、シールドされる必要のある全てのネットに対して、一律に仮想的な配線幅を決めて配線経路を求めているため、シールドされる必要のあるネット各1本に対して、必ず両側に、シールドネットのための配線リソースを必要とする。このため、チップ面積が増大し、集積化が妨げられる、という問題があった。ところで、シールドされる必要のあるネット各1本に対して、必ず両側にシールドネットのための配線リソースを確保しなければならない、というのではなく、省略できる場合も有り得る。例えば、上述の従来技術では、図15に示すようなシールド配線経路が引かれる場合も起こり得るが、この場合、グランドネット1はシールドネット2としても機能するので、グランドネット1の隣のシールドネット2は無駄な配線であり、また、互いに近接配線された2本の信号ネット3、3のそれぞれをシールドするために、信号ネット3、3間に介挿された、互いに隣接する2本のシールドネット2、2のうちのいずれか1本も無駄である。

【0005】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、無駄なシールド配線をなくし、集積度の向上（チップの小型化）を図ることのできる半導体装置、自動配線方法及び自動配線装置並びに自動配線プログラム

を記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、シールドされる必要のある信号ネット及び上記信号ネットをシールドするためのシールドネットを備える半導体装置に係り、互いに近接して沿う任意の2つの上記信号ネットの間に、これら2つの信号ネットを共にシールドするための共有シールドネットが介挿配線されていることを特徴としている。

【0007】また、請求項2記載の発明は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索し、当該信号ネットの配線経路が決定したら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線する自動配線方法に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット又はグラウンドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する状態となるように、配線経路の探索を行い、既配線の上記電源ネット又はグラウンドネットとの隣接配線に成功したときは、既配線の上記電源ネット又はグラウンドネットを、当該信号ネットをシールドするための上記シールドネットとして利用することを特徴としている。

【0008】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の自動配線方法に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する状態となるように、配線経路の探索を行い、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットとの隣接配線に成功したときは、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットを、当該信号ネットをシールドするための上記シールドネットとして利用することを特徴としている。

【0009】また、請求項4記載の発明は、請求項2又は3記載の自動配線方法に係り、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び/又は既配線の上記シールドネットの近傍の配線格子が、探索対象の信号ネットが通過できる通過許可格子なら、上記既配線のネットの近傍の上記配線格子のコストを、他の配線格子のコストよりも低く設定して、当該シールドされる必要のある信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴としている。

【0010】また、請求項5記載の発明は、請求項4記載の自動配線方法に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、まず、探索

対象の当該信号ネットが、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び/又は上記シールドネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットと既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び/又は既配線の上記シールドネットとの間のクリアランスを考慮して決定すると共に、探索対象の当該信号ネットが、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の上記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットとシールドされる必要のある当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを考慮して決定し、この後、探索対象の当該信号ネットが通過できないと決定された通過禁止格子以外の配線格子について、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び/又は既配線の上記シールドネットの近傍の配線格子のコストを低く、他の配線格子のコストを高く設定して、当該信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴としている。

【0011】また、請求項6記載の発明は、請求項5記載の自動配線方法に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は上記シールドネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットと既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットとの間のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱い、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の上記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットと配線しようとする当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱うことを特徴としている。

【0012】また、請求項7記載の発明は、請求項6記載の自動配線方法に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を決定した後、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットが存在するときは、当該信号ネットの片側又は両側に対しては、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットの配線を行わずに、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットを当該信号ネットをシールドするためのシールドネットとして利用する一方、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットと既配線の上記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットと配線しようとする当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱うことを特徴としている。

ルドネットが存在しないときは、当該信号ネットの片側又は両側の配線格子が、当該信号ネットに対して上記通過禁止格子となっている場合でも、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットを配線することを特徴としている。

【0013】また、請求項8記載の発明は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索し、当該信号ネットの配線経路が決定したら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線する自動配線装置に係り、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット又はグラウンドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する状態となるように、配線経路の探索を行う信号ネット配線手段と、該信号ネット配線手段が、当該信号ネットの配線経路を決定したら、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットを配線するシールドネット配線手段と、上記信号ネット配線手段が、当該信号ネットを、既配線の上記電源ネット又はグラウンドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接して配線することに成功したときは、上記シールドネット配線手段を制御して、当該信号ネットをシールドするために配線すべきシールドネットのうち、既配線の上記電源ネット又はグラウンドネットが存在する側のシールドネットの配線処理を省略させるシールド配線制御手段とを備えてなることを特徴としている。

【0014】また、請求項9記載の発明は、請求項8記載の自動配線装置に係り、上記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットが存在するときは、まず、当該信号ネットが、既配線の電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する状態となるように、配線経路の探索を行い、かつ、上記シールド配線制御手段は、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットとの隣接配線に成功したときは、上記シールドネット配線手段を制御して、当該信号ネットをシールドするために配線すべきシールドネットのうち、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットが存在する側のシールドネットの配線処理を省略させることを特徴としている。

【0015】また、請求項10記載の発明は、請求項8又は9記載の自動配線装置に係り、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の上記シールドネットの近傍の配線格子が、探索対象の信号ネットが通

過できる通過許可格子なら、上記信号ネット配線手段は、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の上記シールドネットの近傍の配線格子のコストを他の配線格子のコストよりも低く設定して、シールドされる必要のある上記信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴としている。

【0016】また、請求項11記載の発明は、請求項10記載の自動配線装置に係り、上記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、まず、探索対象の当該信号ネットが、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び／又は上記シールドネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットと既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の上記シールドネットとの間のクリアランスを考慮して決定すると共に、探索対象の当該信号ネットが、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子を通過できるか否かについては、当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の上記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットとシールドされる必要のある当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを考慮して決定し、この後、探索対象の当該信号ネットが通過できないと決定された通過禁止格子以外の配線格子について、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット及び／又は既配線の上記シールドネットの近傍の配線格子のコストを低く、他の配線格子のコストを高く設定して、当該信号ネットの最小コスト配線経路を探索することを特徴としている。

【0017】また、請求項12記載の発明は、請求項11記載の自動配線装置に係り、上記信号ネット配線手段は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索するに当たって、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は上記シールドネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットと既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットとの間のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱い、既配線の他の信号ネットに隣接又は近接する配線格子が、探索対象の当該信号ネットをシールドするためのシールドネットの配線幅、該シールドネットと既配線の上記他の信号ネットとの間の第1のクリアランス、及び該シールドネットと配線しようとする当該信号ネットとの間の第2のクリアランスを確保するために必要な領域内にあるときは、これらの配線格子を、探索対象の当該信号ネットが通過できない通過禁止格子として取り扱うことを特徴としている。

【0018】また、請求項13記載の発明は、請求項12記載の自動配線装置に係り、上記信号ネット配線手段



は、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を決定した後、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットが存在するときは、当該信号ネットの片側又は両側に対しては、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットの配線を行わずに、既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線の上記シールドネットを当該信号ネットをシールドするためのシールドネットとして利用する一方、当該信号ネットの片側又は両側に、当該信号ネットに隣接又は近接する既配線の上記電源ネット、グラウンドネット又は既配線のシールドネットが存在しないときは、当該信号ネットの片側又は両側の配線格子が、当該信号ネットに対して上記通過禁止格子となっている場合でも、当該信号ネットの片側又は両側に、かつ、所定のクリアランスを確保した状態で、当該信号ネットをシールドするための新たなシールドネットを配線することを特徴としている。

【0019】さらにまた、請求項14記載の発明は、コンピュータ読取可能な記録媒体に係り、該記録媒体には、コンピュータに請求項1乃至13のいずれか1に記載の機能を実現させるための自動配線プログラムが記録されていることを特徴としている。

【0020】

【作用】この発明の構成によれば、シールドされる必要のある信号ネットが、既配線の電源ネット、グラウンドネット、シールドネットに所定のクリアランスを確保した状態で隣接する態様となるように、配線経路の探索が行われ、既配線の電源ネット、グラウンドネット、シールドネットとの隣接配線に成功したときは、図2に示すように、既配線の電源ネット1a、グラウンドネット1b又は既配線のシールドネット2が、当該信号ネット3をシールドするためのシールドネットとして利用されるので、不必要なシールドネットが重ねて配線されるという無駄を削減でき、それゆえ、集積度の向上、チップの小型化を期待できる。また、無駄なシールド配線処理を回避できる分、自動配線処理の迅速化を図ることもできる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的にを行う。

#### ◇第1実施例

図1は、この発明の第1実施例である自動配線装置の電気的構成を概略示すブロック図、図2は、同自動配線装置によって作成される配線経路の特徴を模式的に示す部分的配線図、図3は、同実施例の動作（自動配線処理）を説明するためのフローチャート、また、図4乃至図9は、同実施例の動作を説明するための図、具体的には、図4は、マクロブロック、電源ネット及びグラウンドネットの配置（配線）状態を示す図、図5は、図4のサーク

ルAの領域を拡大して示す図で、配線トラック、配線格子の設定状態を示す図、図6及び図7は、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明するための図、図8は、最小コスト経路探索法により決定された配線経路を示す図、また、図9は、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明するための図である。この例の自動配線装置4は、半導体集積回路のシールド配線経路を含む多層配線経路を自動探索する装置に係り、図1に示すように、予めレイアウト設計して得られた各種図形情報を格納したライブラリ5と、この例の自動配線（レイアウト）プログラムを記録した記録媒体6と、上記自動配線プログラムの制御により、この例の自動配線処理を実行する演算処理装置（コンピュータ本体）7と、この演算処理装置7の作業領域が設定されるワーキングエリアと、処理に必要な各種データ及び処理結果が記憶されるデータエリアとを備える記憶装置8と、演算処理装置7によって作成された詳細配線図等のアートワークデータを表示する表示装置9と、キーボードやマウス等の入力装置10とから概略構成されている。上記記録媒体6は、磁気ディスク、半導体メモリ、光メモリその他の記録媒体であっても良い。

【0022】この例の自動配線プログラムが、従来のそれと大きく異なるところは、シールドされる必要のある信号ネットの配線経路を探索する際、演算処理装置7に、まず、図2に示すように、既配線の電源ネット1a、グラウンドネット1b又は既配線のシールドネット2に隣接する配線経路を優先的に探索させ、この探索の結果、隣接配線に成功したときは、信号ネット3をシールドするための左右1対のシールドネット2のうち、既配線の電源ネット1a側、グラウンドネット1b側又はシールドネット2側のシールドネットの配線処理を省略させる手順（機能）が書き込まれている点である。

【0023】次に、図3乃至図5を参照して、この例の動作について説明する。始めに、回路設計者は、図3に示すように、ステップSQ1で、ライブラリ5に準備された、フリップフロップ等のプリミティブブロックや乗算器等のマクロブロック等のブロック図形情報や端子図形情報等を使用して、CADによる回路設計を行う。なお、上述のブロック図形や端子図形は、例えば、

「層」、「左下座標」、「右上座標」等のパラメータにより、その大きさ形状位置等が特定された矩形図形又はその集合から構成されている。次に、回路設計者は、表示装置9に画面表示された回路図を見ながら、半導体チップの内部に設定された内部領域を配線対象領域として、ネットリスト（端子間接続情報、配線幅情報）、下地情報（格子サイズ（配線トラック間隔）、配線層数等）及び配線禁止情報等を作成し（ステップSQ2）、作成した上記各種情報を記憶装置8に記憶する。

【0024】次に、回路設計者は、表示装置9に半導体チップの内部領域を画面表示させ、さらに、半導体チッ

ブの内部領域内に、ステップSQ2で作成した下地情報に基づいて、図4に示すように、格子G、G、…（配線トラックT、T、…）を表示させ、ステップSQ2で作成したネットリスト、配線禁止情報を参照して、図4及び図5に示すように、マクロブロック11、電源(Vd) ネット1a・グランドネット1b及びプリミティブブロック12を、この順序で、半導体チップの内部領域に配置（配線）し（ステップSQ3）、配置場所及び配線経路をレイアウト情報として記憶装置8に記憶する。なお、この実施例では、主軸方向（優先方向）に、直線状の電源ネット1a及びグランドネット1bが、それぞれ複数本配線される。また、隣接配線層間では、主軸方向を互いに直交させているため、例えば、3層の多層配線構造なら、第1層目と第3層目では、電源ネット1a及びグランドネット1bは、図4中横方向に配線され、第2層目では図4中縦方向に配線され、また、各層間は層間絶縁膜に穿孔・充填して設けられたビアV、V、…によって互いに接続されている。

【0025】次に、回路設計者は、ステップSQ4で、シールドされる必要のある信号ネットを抽出し、抽出結果を記憶装置8に記憶する。抽出される信号ネットは、周波数の高い信号が通るクロックネット等、他のネットへ干渉するネットや、他のネットからの干渉を防ぐ必要のあるネットである。

【0026】シールドされる必要のある信号ネットの抽出処理が完了すると、回路設計者は、自動配線装置4に電源を投入して、自動配線処理を開始させる。自動配線装置4では、入力装置10から処理開始の命令が与えられると、この例の自動配線プログラムが、記録媒体6から演算処理装置7に読み込まれ、演算処理装置7の動作を制御する。演算処理装置7は、自動配線プログラムの制御により、記憶装置8に記憶されているネットリスト、下地情報、レイアウト情報及び配線禁止情報等を利用しながら、シールドされる必要のある全ての信号ネット3について以下の処理を実行する（ステップSQ5～SQ8）。

【0027】演算処理装置7は、シールドされる必要のある信号ネット3の中から任意の1つを取り出して（ステップSQ5）、（最初に）取り出された、この信号ネット3の配線経路を最小コスト経路探索法を用いて探索するために、まず、配線対象領域（図4及び図5）内の各格子G、G、…にコストを設定する（ステップSQ6）。ここで、主軸方向の格子G、G、…には安いコストを、副軸方向の格子G、G、…には高いコストを、また、上下配線層間を結ぶ各ビアV、V、…には中間のコストを設定する。通過禁止格子には、無限大のコストを設定する。

【0028】上記したコスト設定は、従来技術のそれと略同様であるが、この実施例では、最初に取り出した信号ネット3の経路探索では、既配線の電源ネット1a及

びグランドネット1bを考慮して、コストが設定される。すなわち、演算処理装置7は、シールドされる必要のある信号ネット3が、なるべく電源ネット1aやグランドネット1bに隣接して配線されるようにするために、電源ネット1a及びグランドネット1bに隣接する格子G、G、…が、電源ネット1a（又はグランドネット1b）と信号ネット3との間のクリアランスCの条件を満たす限り、つまり、スペーシングルールに基づいて設定されるクリアランスCの外にあるとき、図6(a)に示すように、隣接格子G、G、…のコストを「0」に設定すると共に、隣接格子以外の格子G、G、…のコストを上述の規則に従って「0」よりも大きな所定値に設定する。これに対して、電源ネット1a及びグランドネット1bに隣接又は近接する格子G、G、…が、上述のクリアランスC内にあるときは、図7(a)に示すように、スペーシングルール違反を回避するために、これらの格子G、G、…のコストを無限大に設定して、今回探索対象の信号ネット3が通過できない”通過禁止格子”とする。この場合には、クリアランスCの外の格子G、G、…のうち、電源ネット1a又はグランドネット1bに最も近い格子G、G、…のコストを「0」に設定する。

【0029】上記したように、電源ネット1aやグランドネット1b近傍の格子G、G、…については、シールドされる必要のある信号ネット3とのクリアランスCのみを考慮して、コストを設定するが、これに対して、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（例えば、端子、マクロブロック11やプリミティブブロック12内の禁止領域、電源ネット1aやグランドネット1b以外の既配線）の近傍の格子G、G、…については、今回探索対象の信号ネット3をシールドするためのシールドネット2の配線幅WSと、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（既配線図形、端子図形及び禁止図形）とシールドネット2との間の第1のクリアランスC1と、信号ネット3とシールドネット2との間の第2のクリアランスC2とを考慮してコストを設定する。すなわち、演算処理装置7は、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（既配線図形、端子図形及び禁止図形）の縁端から距離(Ws+C1+C2)内にある格子G、G、…のコストを無限大に設定して、今回探索対象の信号ネット3が通過できない”通過禁止格子”とする。

【0030】コストの設定が完了すると、演算処理装置7は、ステップSQ7へ進み、これより、最小コスト経路探索を実行する。この経路探索では、トータルコストの最も低い配線経路を辿る。それゆえ、図6(b)及び図7(b)に示すように、電源ネット1a（又はグランドネット1b）に隣接又は近接する格子G、G、…を通る経路が、今回探索対象の信号ネット3の配線経路として決定される（なお、厳密にいうと、配線経路として採



用される可能性が高くなる、というのが正しい表現である。何故なら、必ず、電源ネット1a（又はグランドネット1b）に隣接又は近接する配線経路が見つかるとは限らず、どの配線経路が採用されるかは、配線コスト長や、ビアコストや、電源ネット1a（又はグランドネット1b）に隣接又は近接する格子のコストと、それ以外の格子のコストとの兼ね合いが考慮され、この結果、電源ネット1a（又はグランドネット1b）を迂回する配線経路が採用されることも起こり得るからである。配線経路が決定したら、今回探索対象の信号ネット3の実際の配線幅で配線する。例えば、今回の探索対象が、図5に示す端子TA(1)－端子TB(2)間を結ぶ信号ネット3であるとき、図8に示すように、端子TA(1)→配線セグメントLa(1)→ビアV(1,2)→配線セグメントLb(2)→ビアV(2,3)→配線セグメントLc(3)→ビアV(3,2)→配線セグメントLd(2)→端子TB(2)を辿る経路が決定される。ここで、TA(1)は、第1層目の配線層に設けられた端子、TB(2)は、第2層目の配線層に設けられた端子、La(1)は、第1層目の配線層に設けられた配線セグメント、Lb(2)、Ld(2)は、第2層目の配線層に設けられた配線セグメント、Lc(3)は、第3層目の配線層に設けられた配線セグメント、V(1,2)は、第1層目と第2層目の配線セグメント同士を接続するためのビアプラグ、V(2,3)、V(3,2)は、第2層目と第3層目の配線セグメント同士を接続するためのビアプラグを表している。

【0031】この後、演算処理装置7は、ステップSQ8において、必要なら、今回配線された信号ネット3をシールドするためのシールドネット2を配線する。例えば、図6(b)及び図7(b)に示すように、電源ネット1a又はグランドネット1bに隣接又は近接して配線された信号ネット3については、電源ネット1a又はグランドネット1bがシールドネットとして機能できるので、今回配線された信号ネット3と電源ネット1a又はグランドネット1bとの間に、新たにシールドネットを配線する必要はない。それゆえ、演算処理装置7は、この場合には、新たなシールドネットの配線処理を行わない。もっとも、今回探索された信号ネット3は、電源ネット1a又はグランドネット1bとのクリアランスのみを考慮して、電源ネット1a又はグランドネット1bに隣接又は近接配置されているので、電源ネット1a（又はグランドネット1b）と信号ネット3との間には、スペーシングルールに違反することなしに、シールドネットを介挿する余地はないはずである。

【0032】これに対して、今回配線された信号ネット3が、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（例えば、端子、マクロブロック11やプリミティブブロック12内の禁止領域、電源ネット1aやグランドネット1b以外の既配線）に隣接又は近接するとき、図6(b)及び図7(b)に示すように、当該信号

ネット3と電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（既配線図形、端子図形及び禁止図形）との間にシールドネット2を配線する。この場合には、上記したように、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（既配線図形、端子図形及び禁止図形）の縁端から距離( $WS+C1+C2$ )内にある格子G、G、…のコストを無限大に設定して、“通過禁止格子”としたのであるから（ステップSQ6）、シールドネット2を配線するためのリソースが確保されているはずである。

10 【0033】演算処理装置7は、ステップSQ5に戻り、いまだシールド処理されていない信号ネット3の中から任意の1つを取り出して、（2番目に）取り出された、この信号ネット3の配線経路を最小コスト経路探索法を用いて探索するために、まず、配線対象領域（図4及び図5）内の各格子G、G、…に、上記したルールに従って、コストを設定する（ステップSQ6）。しかし、今回以降の経路探索では、既配線の信号ネット3やシールドネット2が発生してくるため、通過禁止格子は、その都度、増加する。

20 【0034】また、この実施例では、2回目以降に取り出した信号ネット3を探索する際には、既配線の電源ネット1a、グランドネット1b及び既配線のシールドネット2を考慮して、コストが設定される。すなわち、演算処理装置7は、シールドされる必要のある信号ネット3が、なるべく電源ネット1aやグランドネット1bや既配線のシールドネット2に隣接して配線されるようにするために、電源ネット1a、グランドネット1b及びシールドネット2に隣接する格子G、G、…が、電源ネット1a（グランドネット1b又はシールドネット2）と信号ネット3との間に必要なクリアランスCの外にある限り、図9(a)に示すように、隣接格子G、G、…のコストを「0」に設定すると共に、隣接格子以外の格子G、G、…のコストを上述の規則に従って「0」よりも大きな所定値に設定する。これに対して、電源ネット1a、グランドネット1b及びシールドネット2に隣接又は近接する格子G、G、…が、上述のクリアランスC内にあるときは、スペーシングルール違反を回避するために、これらの格子G、G、…のコストを無限大に設定して、今回探索対象の信号ネット3が通過できない“通過禁止格子”とする。この場合には、クリアランスCの外の格子G、G、…のうち、電源ネット1a、グランドネット1b又はシールドネット2に最も近い格子G、G、…のコストを「0」に設定する。

40 【0035】コストの設定が完了すると、演算処理装置7は、ステップSQ7へ進み、今回探索対象の信号ネット3について、最小コスト経路探索を実行する。この経路探索では、トータルコストの最も低い配線経路を辿る。それゆえ、図6(b)、図7(b)及び図9(b)に示すように、電源ネット1aやグランドネット1b以外の禁止領域（例えば、端子、マクロブロック11やブ

リミティブブロック 12 内の禁止領域、電源ネット 1 a やグラウンドネット 1 b 以外の既配線)に隣接又は近接する格子 G、G、…を通る経路が、今回探索対象の信号ネット 3 の配線経路として決定される(この場合も、上記した理由から、配線経路として採用される可能性が高くなる、というのが正しい表現である)。

【0036】この後、演算処理装置 7 は、ステップ S Q 8 において、必要なら、今回配線された信号ネット 3 をシールドするためのシールドネット 2 を配線する。例えば、図 6 (b)、図 7 (b)、図 9 (b) 及び図 2 に示すように、既配線の電源ネット 1 a、グラウンドネット 1 b 又は既配線のシールドネット 2 に隣接又は近接して配線された信号ネット 3 については、既配線の電源ネット 1 a 又はグラウンドネット 1 b がシールドネットとして機能できるし、また、既配線のシールドネット 2 が今回配線された信号ネット 3 のシールドネットとして機能できるので、当該信号ネット 3 と電源ネット 1 a (グラウンドネット 1 b 又は既配線のシールドネット 2) との間に、新たにシールドネットを配線する必要はない。それゆえ、この場合には、演算処理装置 7 は、新たなシールドネットを配線する処理を行わない。

【0037】これに対して、今回探索された信号ネット 3 が、その隣に、デザインルールを守ってシールド配線できるときは、図 6 (b)、図 7 (b)、図 9 (b) 及び図 2 に示すように、今回探索された信号ネット 3 と、シールドネット 2 とを配線する。

【0038】演算処理装置 7 は、上述の配線処理及びシールド処理(ステップ S Q 5 ~ S Q 8)を、ステップ S Q 4 において、(シールドされる必要のあるものとして)抽出された全ての信号ネット 3 について行う。抽出された全ての信号ネット 3 について、配線処理及びシールド処理が完了すると、演算処理装置 7 は、ステップ S Q 9 へ進み、シールドする必要のない残りの信号ネットの配線処理を行い、全ての信号ネットの配線に成功したとき、処理を終了する。しかしながら、配線できない信号ネットが現れたときは、処理を中止する。この場合、回路設計者は、半導体チップの面積を増やしたり、ステップ S Q 3 に戻って、マクロブロック 11 やプリミティブブロック 12 を再配置して、上述の処理をやり直す。

【0039】このように、この例の構成によれば、既配線の電源ネット 1 a、グラウンドネット 1 b 又は既配線のシールドネット 2 が、今回配線される信号ネット 3 のシールドネットとして利用されるので、不必要なシールドネットが重ねて配線されるという無駄を削減でき、それゆえ、半導体チップの小型化及び集積度の向上を期待できる。また、無駄なシールド配線処理を回避できる分、自動配線処理の迅速化を図ることもできる。

【0040】◇第 2 実施例

次に、この発明の第 2 実施例について説明する。図 10 は、この発明の第 2 実施例の動作(自動配線処理)を説

明するためのフローチャートである。この第 2 実施例が、上述の第 1 実施例と大きく異なるところは、全ての信号ネットの配線に成功したとき(図 3 のステップ S Q 9)、クロストークチェック・プログラムを起動して(図 10 のステップ S Q 10)、配線に成功した全ての信号ネットについて、ノイズ量及び遅延値を調べるようにした点である。回路設計者は、このクロストークチェックの結果、危ない信号ネット 3 が存在するときは、シールドされる必要のある信号ネットとして抽出し(ステップ S Q 11)、抽出された全ての信号ネット 3 の配線を引き剥す(ステップ S Q 12)と共に、引き剥した信号ネットデータを記憶装置 8 に記憶する。

【0041】シールドされる必要のある信号ネットの引き剥し処理が完了すると、回路設計者は、自動配線装置 4 に電源を投入して、自動配線処理を開始させる。自動配線装置 4 では、入力装置 10 から処理開始の命令が与えられると、この例の自動配線プログラムが、記録媒体 6 から演算処理装置 7 に読み込まれ、演算処理装置 7 の動作を制御する。演算処理装置 7 は、自動配線プログラムの制御により、記憶装置 8 に記憶されているネットリスト、下地情報、レイアウト情報及び配線禁止情報等を利用しながら、シールドされる必要のある全ての信号ネット 3 について第 1 実施例において上記したと略同様の処理を実行する(ステップ S Q 13 ~ S Q 16)。

【0042】演算処理装置 7 は、シールドされる必要のある信号ネット 3の中から任意の 1 つを取り出して(ステップ S Q 13)、取り出した信号ネット 3 の配線経路を最小コスト経路探索法を用いて探索するために、まず、配線対象領域(図 4 及び図 5)内の各格子 G、G、…について、既配線の電源ネット 1 a、グラウンドネット 1 b 及び既配線のシールドネット 2 を考慮して、コストを設定する(ステップ S Q 14)。しかしながら、この第 2 実施例の引き剥し再配線処理では、シールドされていない信号ネット(以下、通常信号ネット 13 とともいう)も既配線されている。それゆえ、演算処理装置 7 は、電源ネット 1 a やグラウンドネット 1 b 近傍の格子 G、G、…については、第 1 実施例で述べたと略同様に、シールドされる必要のある信号ネット 3 とのクリアランス C のみを考慮して、コストを設定するが、通常信号ネット 13 近傍の格子 G、G、…については、今回探索対象の信号ネット 3 をシールドするためのシールドネット 2 の配線幅 W S と、通常信号ネット 13 とシールドネット 2 との間の第 1 のクリアランス C1 と、信号ネット 3 とシールドネット 2 との間の第 2 のクリアランス C2 とを考慮してコストを設定する。すなわち、演算処理装置 7 は、電源ネット 1 a、グラウンドネット 1 b 及びシールドネット 2 に隣接する格子 G、G、…が、電源ネット 1 a (グラウンドネット 1 b 又はシールドネット 2) と信号ネット 3 との間に必要なクリアランス C の外にあるなら、図 11 (a) 及び図 12 (a) に示すように、こ

れら隣接格子G、G、…のコストを「0」に設定する一方、通常信号ネット13、端子図形及び禁止図形に隣接（近接）する格子G、G、…が、通常信号ネット13の縁端から距離（ $W5+C1+C2$ ）内にあるなら、これら隣接（近接）格子G、G、…のコストを無限大に設定して、今回探索対象の信号ネット3が通過できない”通過禁止格子”とする。

【0043】コストの設定が完了すると、演算処理装置7は、ステップSQ15へ進み、今回探索対象の信号ネット3について、最小コスト経路探索を実行する。この経路探索では、トータルコストの最も低い配線経路を辿る。それゆえ、図11（b）及び図12（b）に示すように、電源ネット1a（グランドネット1b又はシールドネット2）に隣接又は近接する格子G、G、…を通る経路が、今回探索対象の信号ネット3の配線経路として決定される。配線経路が決定したら、今回探索対象の信号ネット3の実際の配線幅で配線する。

【0044】この後、演算処理装置7は、ステップSQ16において、必要なら、今回配線された信号ネット3をシールドするためのシールドネット2を配線する。例えば、図11（b）及び図12（b）に示すように、既配線の電源ネット1a、グランドネット1b又は既配線のシールドネット2に隣接又は近接して配線された信号ネット3については、既配線の電源ネット1a又はグランドネット1bがシールドネットとして機能できるし、また、既配線のシールドネット2が今回配線された信号ネット3のシールドネットとして機能できるので、今回探索された信号ネット3と電源ネット1a（グランドネット1b又は既配線のシールドネット2）との間に、新たにシールドネットを配線する必要はない。それゆえ、演算処理装置7は、この場合には、新たなシールドネットを配線する処理は行わない。

【0045】これに対して、今回探索された信号ネット3が、シールド配線できるのであれば、図11（b）及び図12（b）に示すように、今回探索された信号ネット3と通常信号ネット13との間に、シールドネット2を配線する。この場合には、上記したように、通常信号ネット13の縁端から距離（ $W5+C1+C2$ ）内にある格子G、G、…のコストを無限大に設定して、”通過禁止格子”としたのであるから（ステップSQ14）、今回のシールドネット2を配線するためのリソースが確保されているのである。

【0046】演算処理装置7は、上述の再配線処理及びシールド処理（ステップSQ13～SQ16）を、ステップSQ12において、配線を引き剥がされた全ての信号ネット3について行う。引き剥がされた全ての信号ネット3の再配線とシールド処理に成功したとき、処理を終了して（ステップSQ17）、再び、クロストークチェック処理を行って、シールドされる必要のある信号ネットが依然存在するなら、再び、図10の処理手順を繰り返す。

す。一方、この処理の過程で、配線できない信号ネットが現れたときは、処理を中止する。この場合、回路設計者は、半導体チップの面積を増やしたり、ステップSQ3に戻って、マクロブロック11やプリミティブブロック12を再配置して、上述の処理をやり直す。

【0047】このように、この例の構成によれば、第1実施例で述べたと略同様の効果を得ることができ、加えて、シールドされる必要のある信号ネットの抽出の精度の向上を図ることができる。

10 【0048】以上、この発明の実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。例えば、この発明は、半導体チップに限らず、プリント基板にも適用できる。また、上述の実施例では、シールドされる必要のある信号ネットを、既配線のシールドネット、電源ネット、グランドネットに隣接配線するようにした場合について述べたが、必要に応じて、これらのネットの1つ又は2つを省略しても良い。

20 【0049】また、シールドネットは、必ずしも、信号ネットの両側になくてもよいものではなく、必要に応じて、片側のシールドネットは省略できる。また、シールドされる必要のある信号ネット3が、図13に示すように、電源ネット1aとグランドネット1bとの間に介挿配置されるような場合には、専用のシールドネットを完全に省略できる。

【0050】

30 【発明の効果】以上説明したように、この発明の構成によれば、既配線の電源ネット、グランドネット又は既配線のシールドネットが、今回配線される信号ネットのシールドネットとして利用されるので、不必要なシールドネットが重ねて配線されるという無駄を削減でき、それゆえ、半導体チップの小型化及び集積度の向上を期待できる。また、無駄なシールド配線処理を回避できる分、自動配線処理の迅速化を図ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例である自動配線装置の電氣的構成を概略示すブロック図である。

40 【図2】同自動配線装置によって作成される配線経路の特徴を模式的に示す部分的配線図である。

【図3】同実施例の動作（自動配線処理）を説明するためのフローチャートである。

【図4】同実施例の動作説明に供される図で、マクロブロック、電源ネット及びグランドネットの配置（配線）状態を示す図である。

【図5】図4のサークルAの領域を拡大して示す図で、配線トラック、格子の設定状態を示す図である。

50 【図6】同実施例の動作説明に供される図で、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明すると共に、最小コスト経路を示す図である。

21

【図7】同実施例の動作説明に供される図で、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明するための図である。

【図8】同実施例の動作説明に供される図で、最小コスト経路探索法により決定された配線経路を示す図である。

【図9】同実施例の動作説明に供される図で、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明すると共に、最小コスト経路を示す図である。

【図10】この発明の第2実施例の動作（自動配線処理）を説明するためのフローチャートである。

【図11】同実施例の動作説明に供される図で、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明すると共に、最小コスト経路を示す図である。

【図12】同実施例の動作説明に供される図で、経路探索を行うに当たり、配線格子のコストの設定方法を説明すると共に、最小コスト経路を示す図である。

【図13】この発明の適用による最小コスト経路探索を実行して得られる特別な配線経路を示す図である。

【図14】従来の自動配線装置の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図15】従来の自動配線装置の処理手順により決定された配線経路を示す図である。

【符号の説明】

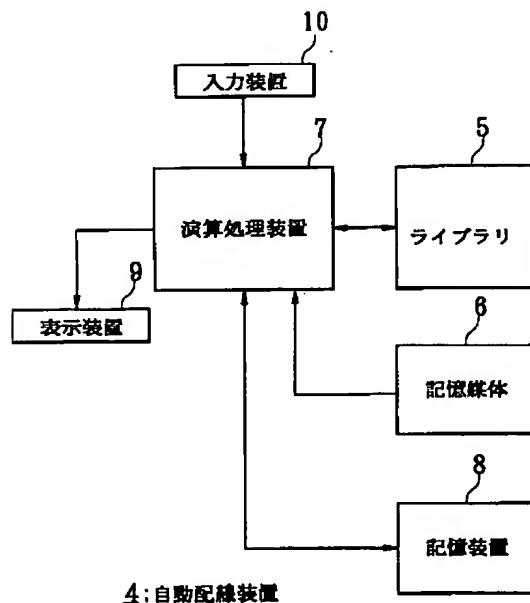
- 1 a 電源ネット
- 1 b グランドネット
- 2 シールドネット

\*

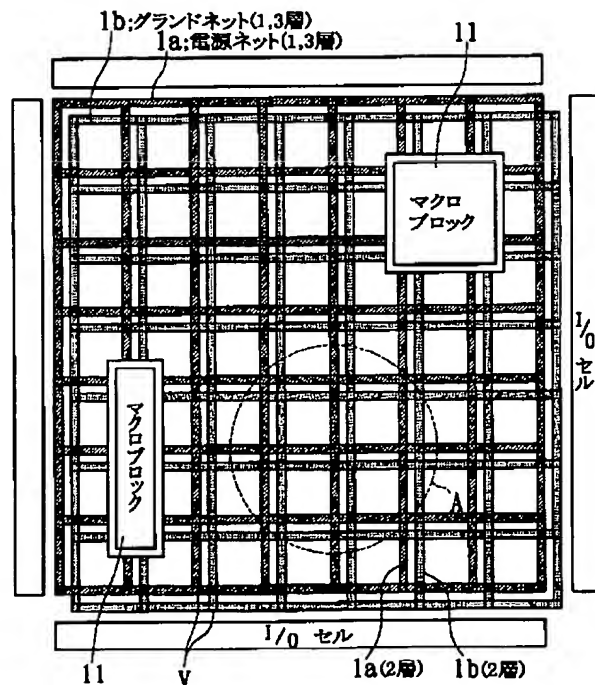
22

- \* 3 シールドされる必要のある信号ネット
- 4 自動配線装置
- 5 ライブラリ
- 6 自動配線プログラムを記録した記録媒体
- 7 演算処理装置（信号ネット配線手段、シールドネット配線手段、シールド配線制御手段、コンピュータ本体）
- 8 記憶装置
- 9 表示装置
- 10 入力装置
- 11 マクロブロック
- 12 プリミティブブロック
- G 配線格子
- V ビア
- T A (1) 第1層目の配線層に設けられた端子
- T B (2) 第2層目の配線層に設けられた端子
- L a (1) 第1層目の配線層に設けられた配線セグメント
- L b (2), L d (2) 第2層目の配線層に設けられた配線セグメント
- L c (3) 第3層目の配線層に設けられた配線セグメント
- V (1,2) 第1層目と第2層目の配線セグメント同士を接続するためのビアプラグ
- V (2,3), V (3,2) 第2層目と第3層目の配線セグメント同士を接続するためのビアプラグ

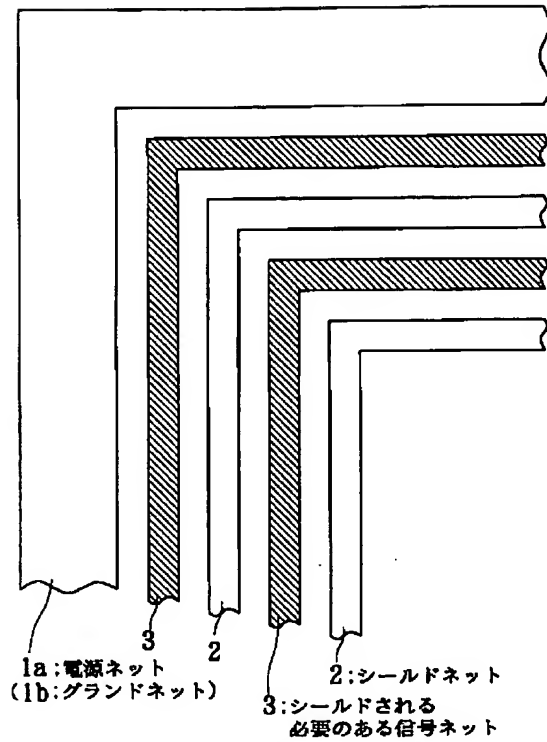
【図1】



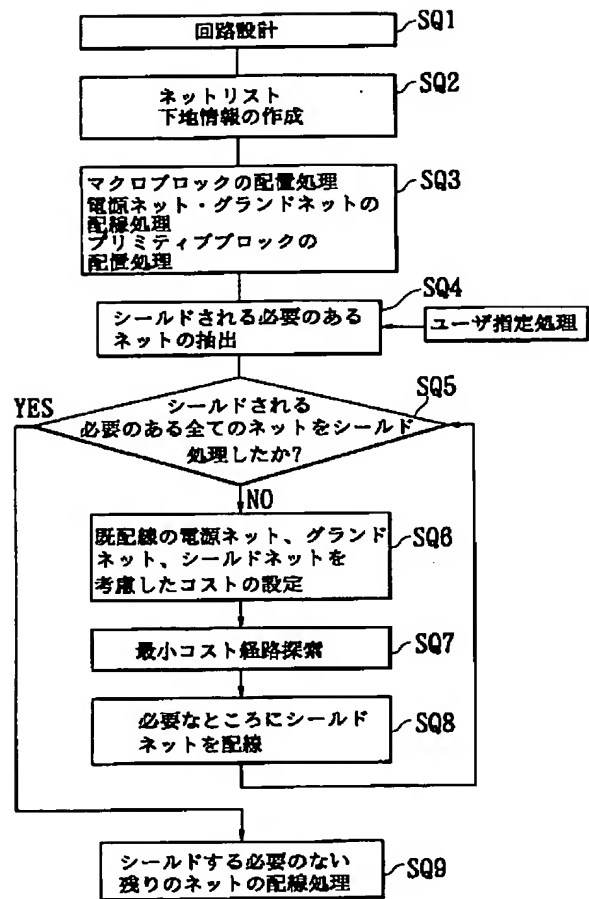
【図4】



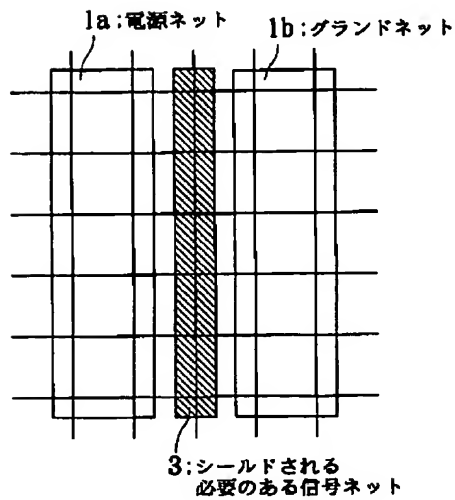
【図2】



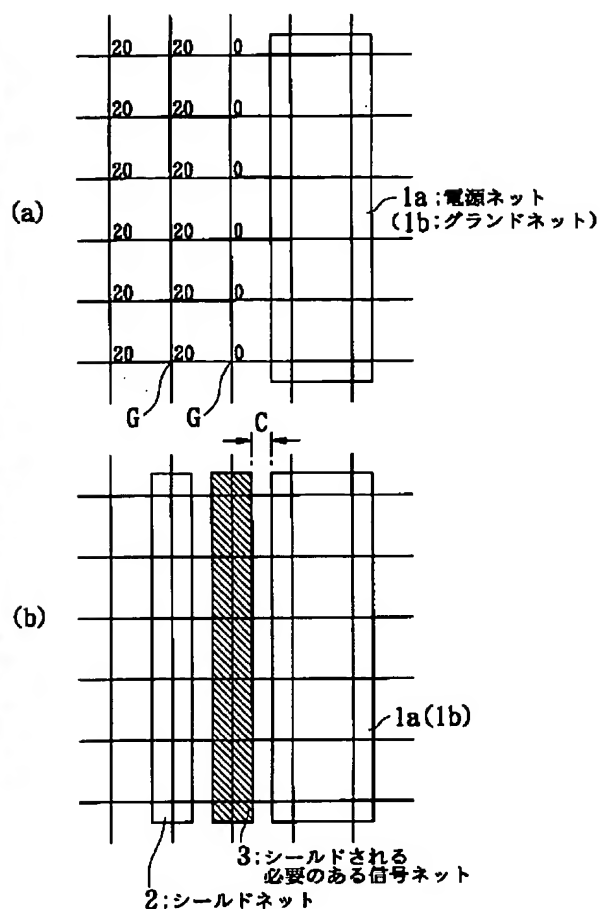
【図3】



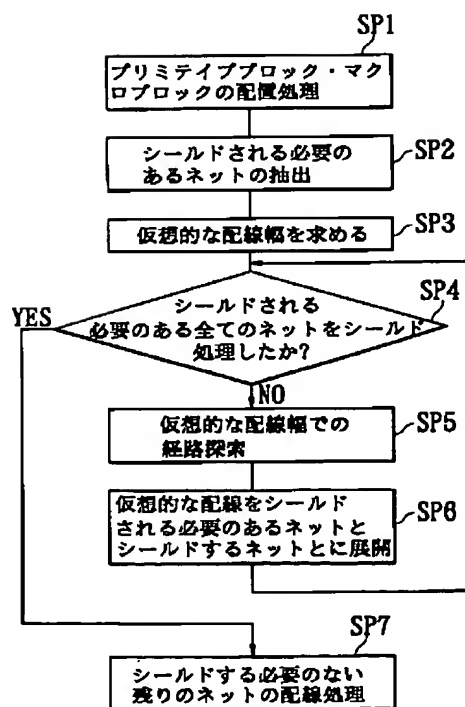
【図13】



【図6】

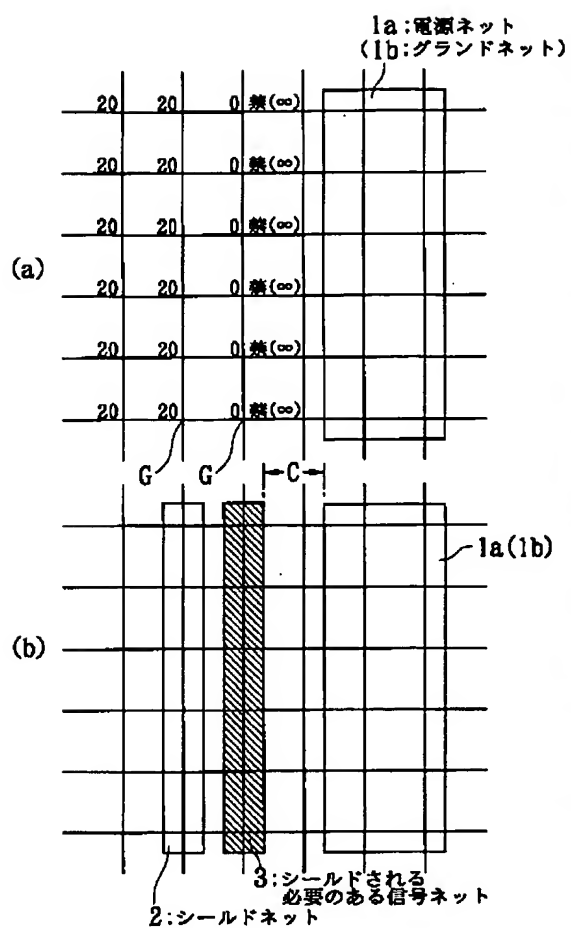


【圖 14】

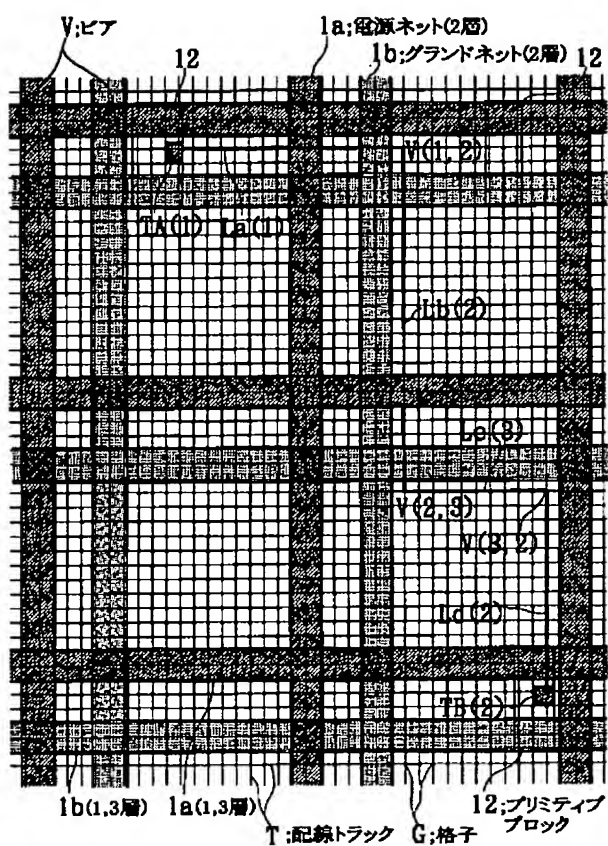




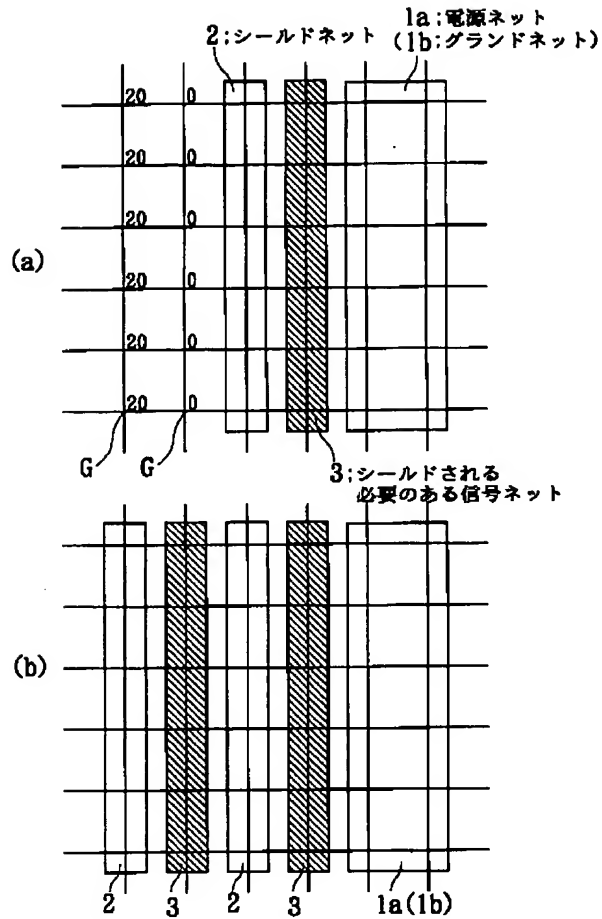
【図7】



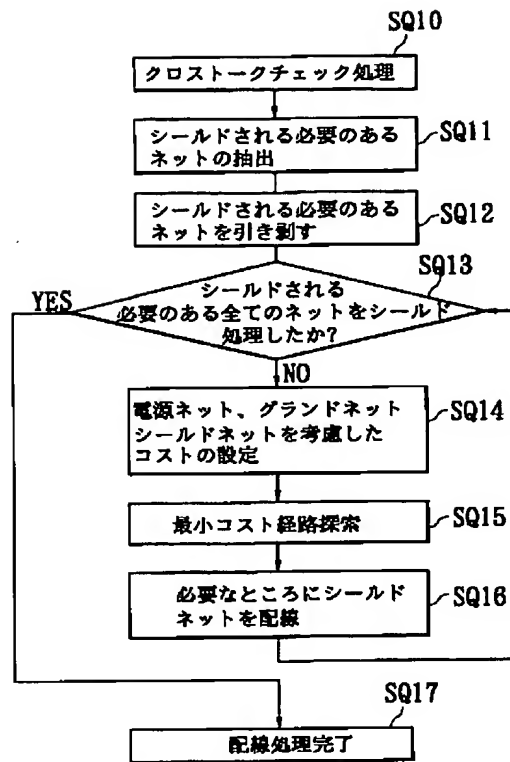
【図8】



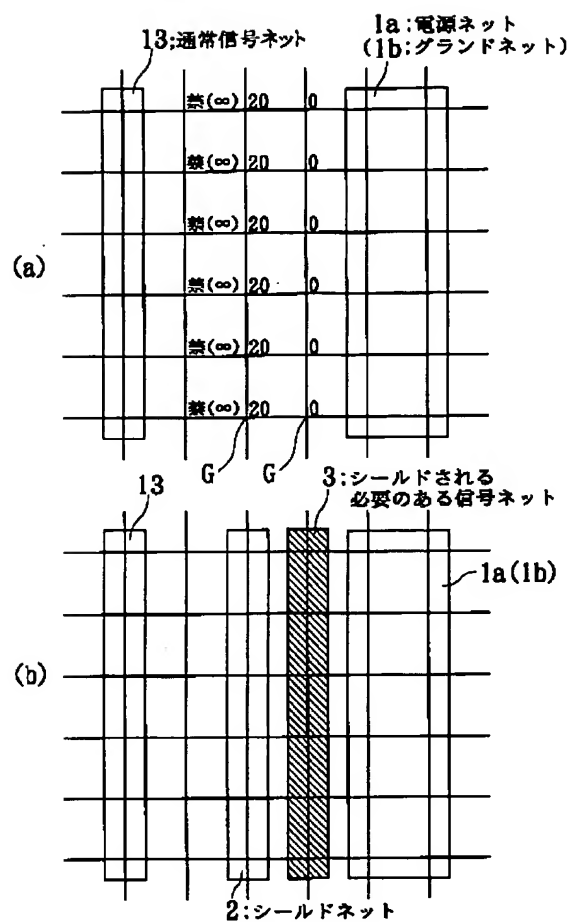
【図9】



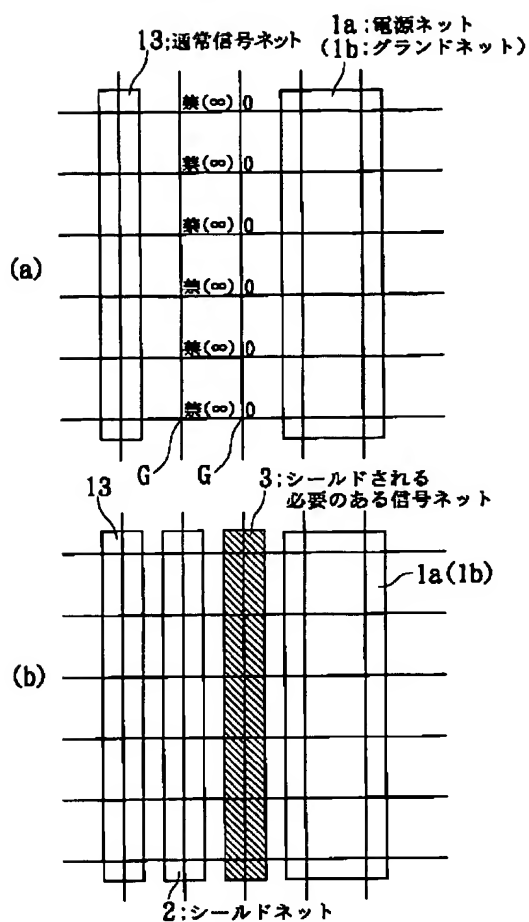
【図10】



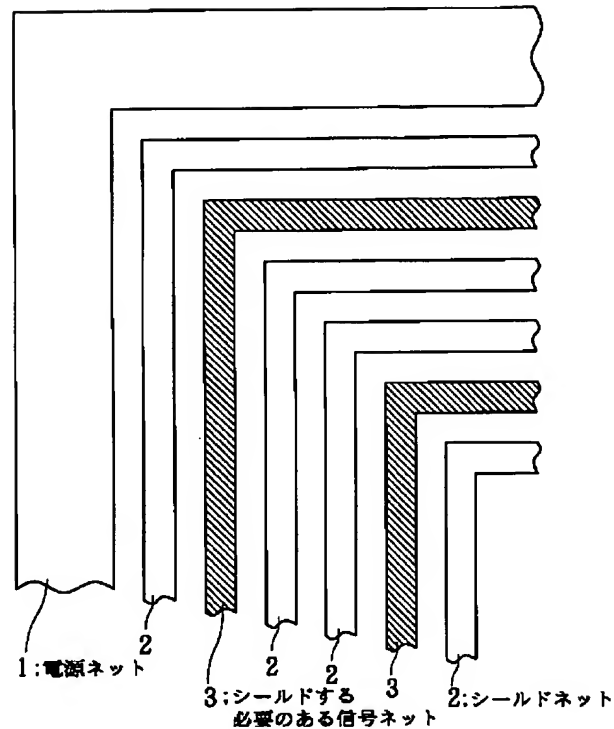
【図11】



【図12】



【図15】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年3月11日（1999. 3. 1）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】コストの設定が完了すると、演算処理装置7は、ステップSQ7へ進み、今回探索対象の信号ネッ

ト3について、最小コスト経路探索を実行する。この経路探索では、トータルコストの最も低い配線経路を辿る。それゆえ、図6（b）、図7（b）及び図9（b）に示すように、電源ネット1aやグランドネット1bに隣接又は近接する格子G、G、…を通る経路が、今回探索対象の信号ネット3の配線経路として決定される（この場合も、上記した理由から、配線経路として採用される可能性が高くなる、というのが正しい表現である）。